Experimentelle Versuche die Dentinkanälchen zu obturieren.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der Zahnheilkunde

der

Hohen medizinischen Fakultät

der

Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

vorgelegt von

Märt Strobel

prakt. Zahnarzt

in

Regensburg.

Tag der mündlichen Prüfung: 10. Mai 1929.

Druck der Graphischen Kunstanstalt Heinrich Schiele, Regensburg.

Dekan:
Professor Dr. S p u l e r.

Referent:
Professor Dr. phil. et med. dent. H. Chr. G r e v e.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Als viel gebrauchtes Füllmaterial in der konservierenden Zahnheilkunde kennen wir die Zemente.

Man unterscheidet hiebei verschiedene Zementarten. Früher kannte man nur die Chlorzinkzemente, die aber bald durch die Phosphatzemente verdrängt wurden. Seit etwa 25 Jahren erfreuen sich die Silikatzemente ganz besonderer Beliebtheit und zwar hauptsächlich:

1. wegen ihrer wesentlich größeren Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Abnützung, sowie gegen Säuren und Alkalien;
2. wegen ihres schönen, transparenten, sehr zahnähnlichen Aussehens.

Diesen Vorzügen stehen jedoch auch große Mängel gegenüber, von denen neben größerer Sprödigkeit und geringerer Kohäsion an der Zahnsubstanz besonders die durch sie hervorgerufene Irritation der Pulpa zu betonen ist. Diese Nachteile sollen zwar die Silikatzemente nicht diskreditieren, aber sie drücken ihnen den Stempel des Unvollkommenen auf und mahnen zu Vorsichtsmaßnahmen im Gebrauch.

Mit ziemlicher Sicherheit kann man die schädliche Einwirkung des beim Abbinden ungebundenen Restes der Phosphorsäure ursächlich für die Schädigung der Pulpa und das Absterben derselben, sowie für die weiteren Folgen, nämlich die sehr unangenehmen Wurzelerkrankungen anschuldigen. Es ist daher Pflicht der konservierenden Zahnheilkunde bei Anwendung von Silikatzementfüllungen die Pulpa vor derart schädlichen Einflüssen zu schützen und zu bewahren. Jedoch soll die Vorsicht nicht so weit gehen, daß man aus Furcht, die Silikatzemente stiften Schaden, vor der Verwendung derselben zurückschreckt und sie nur mehr für pulpentote Zähne zuläßt.

Wir müssen eben versuchen, von der lebenden Pulpa unter der Füllung die Schädigungen der Silikatzemente abzuhalten.

Wie oben erwähnt ist die Pulpenschädigung unter Silikatfüllungen auf chemische Einflüsse zurückzuführen. Erfahrene Autoren und Praktiker haben festgestellt, daß die Phosphorsäure wahrscheinlich nicht rein ist, sondern eine Lösung von Tonerde enthält, die giftig auf protoplasmatische Substanzen einwirkt.

Außerdem findet das Abbinden so langsam statt, daß bei vielen Silikat- oder richtiger Tonerdephosphatzementen, noch längere Zeit freie Säure vorhanden ist, die in die ausgetrockneten Dentinkanäle eindringt und deren Inhalt schädigt.

Das Austrocknen des Dentins ist zur Aufnahme einer jeden Art von Zementfüllung unerläßlich, weil sonst die Füllung nicht an der Zahnwand haftet.

Nun kommt es zwar bei der Zinkoyxphosphatfüllung auch gelegentlich vor, daß die Pulpa nach dem Legen einer solchen erkrankt und abstirbt. Ob das aber in jedem Fall der Füllung zur Last gelegt werden kann, ist zweifelhaft, da unter Hunderten von Fällen das höchstens einige Male vorkommt und der Grund des Absterbens auch ein anderer sein kann.

Die Häufung aber der Pulpentode unter den sogen. Silikatfüllungen läßt ohne weiteres den Schluß zu, daß die Ursache in diesen selbst zu suchen ist. Die nicht abgebundene Säure, die — wie eben gesagt — als einzige Schädigung angesehen werden kann, wird, da sie nicht entweichen kann, von den Dentinfortsätzen der Odontoblasten aufgenommen und vergiftet diese.

Da wir Zahnärzte nun wegen des guten Aussehens der Silikatfüllungen auf die Anwendung nicht gerne verzichten, muß man sich nach einem Schutze umsehen, denn ohne einen solchen würde man diese Art von Füllungen wegen der damit verbundenen Gefahr für die Pulpa kaum anwenden dürfen.

Wenn wir zwecks Aufnahme und Verankerung einer Füllung an einem Zahn eine Kavität präparieren, so sind wir gezwungen in mehr oder weniger großem Maße Dentin wegzunehmen

und freizulegen. Dadurch schneiden wir aber auch bei jeder Kavität eine große Anzahl von Detinkanälchen an und eröffnen dieselben. Kulka spricht in diesem Falle sogar vom Setzen einer „Dentinwundfläche"; ausgehend von der Beobachtung, daß beim Exkavieren eines gesunden Zahnes unter Kofferdam das freigelegte Dentin nach Entfernung des Bohrstaubes anfangs vollkommen trocken erscheint, nach einiger Zeit jedoch die Kavitätenwandung mit einem leichten Feuchtigkeitshauch sich überzieht. Diese, wenn auch geringe Sekretion der angeschnittenen Dentinkanälchen wird von Kulka analog der Hyperämie der gereizten Pulpa als ein Zeichen der Abwehr bezeichnet. Es soll das gleiche Bild, wie nach Verlust der Epidermis am sezernierenden Unterhautszellgewebe zu finden sein. Wir haben also in den Dentinkanälchen eine Gewebsflüssigkeit, die dem Stoffwechsel des Zahnes dient. Es ist nun klar, wenn wir in eine Kavität mit den angeschnittenen Dentinkanälchen eine Silikatzementfüllung legen, daß die beim Abbinden freiwerdende Phosphorsäure in das offene Lumen der Dentinkanälchen eintritt und hier nicht nur die Tomeschen Fasern schädigt, sondern auch auf dem Wege der Gewebsflüssigkeit in den Kanälchen bis zur Pulpa vordringt und deren Absterben schließlich bewirkt.

Man mag über diese Beobachtung Kulkas denken wie man will — von anderer Seite hat man nie von solchen Dingen gehört — so ist doch, auch wenn keine Sekretion stattfindet (was nicht wahrscheinlich ist), freiliegendes lebendes Gewebe vorhanden, nämlich die angeschnittenen Odontoblastenfortsätze.

Die Gefahr einer solchen Pulpenschädigung ist natürlich bei tiefen, der Pulpa nahe liegenden Kavitäten, sowie bei dünner über der Pulpa noch vorhandenen Dentinschicht und bei jugendlichen Individuen mit noch mangelhaft verkalkten Zähnen und weiten Dentinkanälchen am größten.

Wenn man nun auch im allgemeinen nur den Silikatzementen diese schädlichen Einflüsse auf die Pulpa zuschreibt, so behauptet Kulka das gleiche auch von den Phosphatzementen, womit er insofern Recht haben dürfte, als es sicher Phosphat-

zemente gibt, bei denen die Abbindung der Phorsphorsäure sehr langsam vor sich geht, vielleicht auch ein Teil überhaupt nicht gebunden wird, wie es eben bei den Silikatzementen in vermehrtem Maße der Fall ist. Indessen ist die Gefahr geringer, weil die „Zementsäure" der Phosphatfüllung meistens reine Phosphorsäure ist, diejenige des Silikatzementes dagegen nicht. Demnach sind hier zwei Schädigungsfaktoren vorhanden, nämlich die Säure selbst und der beim Abbinden des Zementes freie Überschuß.

Da wir aber auf die Verwendung der Zemente in der konservierenden Zahnheilkunde nicht verzichten können, müssen wir nach Mitteln suchen, die oben genannten schädlichen chemischen Stoffe von der Pulpa abzuhalten.

Der einzige Weg, auf dem wir dies erreichen können, nachdem nun einmal den Zementen dieser Mangel als gegebene Tatsache anhaftet, ist: die offenen und eröffneten Dentinkanälchen vor dem Legen der Zementfüllung zu verschließen.

Dieses Verschließen wurde und wird auf die verschiedenste Art und Weise versucht. So versuchte man es damit, daß man zwischen Dentinwandung und Füllung eine undurchlässige Schicht, wie Goldfolie, oder Lösungen von Zelluloid, Harzen oder Gummiarten brachte. Bald jedoch erkannte man den Nachteil dieser Methode. Alle bei der Kavitätenpräparation im Dentin geschaffenen Verankerungspunkte für die Füllung werden nämlich durch diese Zwischenschicht überdeckt und damit deren Zweck illusorisch. Die Füllung ist nur mehr locker in eine Hülle (die Zwischenschicht) eingebettet und kann weder an der Kavitätenwandung festkleben, noch sich dort verankern. Ein weiterer Nachteil dieser Methode ist, daß, wenn beim Einbringen der Füllung die Zwischenschicht verschoben, verzerrt oder zerrissen wird, oder wenn die Zwischenschicht im Laufe der Zeit sich zersetzen oder auflösen sollte, ein Spalt zwischen Kavitätenwand und Füllung entsteht. Dieser Spalt wird dann die Eingangstüre für Bakterien und der Ausgangspunkt für sekundäre Karies und führt somit letzten Endes wieder zu einer Pulpenschädigung, die man doch verhüten wollte.

Man wandte sich deshalb einer anderen Methode zu, die darin besteht, daß man nur den untersten Teil der Kavität, den Boden der Kavität, der der Pulpa am nächsten ist, mit einer Zwischenschicht versieht, während an den seitlichen Wandungen die Zementfüllung dem Dentin anliegt und so einen guten Randschluß gewährleistet. Als Zwischenlage verwendet man dabei gerne: Guttapercha, Asbest, Kork, Artificial-Dentin, oder Zinkoxyd-Eugenol-Zement. Scheuer empfiehlt ein kleines Stück Beyersdorfsches Leukoplast-Heftpflaster. Es ist natürlich eine zeitraubende und manchmal mühevolle Arbeit, nur den der Pulpa am nächsten liegenden Teil der Kavität mit einer Zwischenschicht zu versehen und diese beim Einbringen der Füllung nicht zu verschieben.

Bezüglich der Verankerung und des Haltens der Füllung ist diese Methode vielleicht besser als die erstgenannte, jedoch keineswegs vollkommen und ideal. Am meisten zu denken gibt aber bei dieser Methode, daß der Zweck: Verschluß der offenen und eröffneten Dentinkanälchen, recht unvollkommen erreicht wird; es werden ja nur die Dentinkanälchen am Boden der Kavität von einer Zwischenschicht überdeckt, während an den Seitenwänden die Zementfüllung den offenen Dentinkanälchen frei anliegt.

Eine weitere viel angewandte Methode ist die sogenannte dublierte Füllung; d. h. als Zwischenschicht und Unterlage unter den Silikatzement verwendet man Phosphatzement.

Es ist aber bekannt, daß bei dieser Methode auch gelegentlich Mißerfolge, d. h. ein Absterben der Pulpa unter der Füllung beobachtet wurden. Man kann die dublierte Füllung auf zwei Arten ausführen:

a) Ausfüllen der Kavität mit Zement; denselben erhärten lassen und neue Unterschnitte machen.

Diese Methode ist nur möglich, wenn die Kavität tief genug ist, so daß die Unterlage nicht weggebohrt wird. Sie hat aber den Nachteil, daß alle mit Sorgfalt geschaffenen Verankerungspunkte von der Phosphatzementunterfüllung überdeckt werden

und man deshalb am Phosphatzement neue Unterschnitte und Verankerungspunkte für die Silikatfüllung schaffen muß; dabei wird nun leicht wieder Dentin freigelegt und den schädlichen Einwirkungen der Silikatfüllung ausgesetzt.

b) Methode der Zementverdrängung.

Die zweite Füllung wird in die noch nicht erhärtete Zementunterlage hineingedrückt. Dabei besteht aber die Gefahr, daß die schädliche Füllung durchgepreßt wird bezw. sich mit der Unterlage vermischt.

Eine andere Art von Unterfüllungen unter Silikatzementen sind die Lackunterfüllungen. Hier kann die Kavität

1. in ihrer ganzen Ausdehnung mit dem Lack bestrichen und überzogen werden, ohne daß
2. die feinen Verankerungspunkte durch die dünne Lackmembrane an ihrer Funktion gehindert werden.

Diese zwei Momente sind es, die sehr für diese Methode sprechen.

John Sayre Marshall schreibt in seiner operativen Dentistry über Lacke wie folgt:

„Lacke werden oft angewandt, um die Kavitäten vor der Einführung von flüssigen Füllungen, besonders Zinkoxyden und Oxyphosphaten damit auszukleiden. Der Zweck ist das sensible Dentin und die Pulpa gegen Reize zu schützen, welche mitunter durch die Säuren entstehen, die in den Flüssigkeiten dieser Stoffe enthalten sind und ferner, um thermische Reize durch die nicht leitende Eigenschaft des Lackes zu beseitigen. Diese Lacke werden so hergestellt, daß gewisse Harz- oder Gummiarten in Alkohol, Chloroform und Aether gelöst werden; z. B. Sandarack in Alkohol, Virginia-Kautschuk in Chloroform, Kanadabalsam, Kopal oder Trinitrocellulose in Metylalkohol (Collodium).

Diese Lösungen sollen dünn genug gemacht werden, damit sie sofort ausfließen und mit einem Wattebäuschchen in die Kavität gebracht werden können. Sobald die Lackschicht ge-

trocknet ist, wird die Zementauskleidung eingeführt, nachdem die Schmelzränder vollständig von dem Lack befreit sind. Die gleiche Vorsicht muß walten mit dem Zement an den Schmelzrändern, bevor die permanente Füllung eingeführt wird, da früher oder später durch Sorglosigkeit der ganze Erfolg durch Zersetzung des Lackes oder des Zementes in Frage gestellt wird. Manche Operateure pflegen auch sämtliche Kavitäten, die mit Gold oder Amalgam ausgefüllt werden sollen, mit einer Lackschicht zu versehen, indem sie behaupten, daß durch dieses Verfahren größtenteils auch thermische Reize durch das Verkleben der offenen Dentinröhrchen und durch das Dazwischenlegen einer nichtleitenden Schicht zwischen das sensible Dentin und die Füllung verhindert werden. Außerdem soll bei Gebrauch von Amalgamen eine Verfärbung verhindert werden. Die gleiche Methode wenden einige Operateure auch an, wenn sie Guttapercha, die einen hohen Hitzegrad erfordert, gebrauchen, da die Adhäsionskraft des Lackes das erste Stück in seiner Lage festhält." — Soweit Sayre Marshall.

Wir sehen daraus, daß Lacke als Unterfüllungen zum Schutze gegen chemische und thermische Reize mit Erfolg verwandt werden. Jedoch stehen dem wieder von verschiedenen Seiten angestellte Versuche gegenüber, die für den ein und den anderen Lack nachgewiesen haben, daß die Lackunterfüllung nicht immer ein zuverlässiger Pulpenschutz ist. Der ideale Pulpenschutz ist wohl in einer lackartigen Unterfüllung zu suchen, die möglichst weit in die Dentinkanälchen eindringt und dieselben pfropfenartig verschließt. So werden dann die Lumina der Dentinkanälchen obturiert und nicht nur die Kavitätenwand lackartig überzogen.

Es ist der Zweck dieser Arbeit, Versuche darüber anzustellen, ob und wie weit es möglich ist mit Lacken die Dentinkanälchen zu obturieren.

Dazu wollen wir zunächst die allgemeine Zusammensetzung der in der Zahnheilkunde zum Schutz der Pulpa gegen chemische und thermische Reize verwendeten Lackunterfüllungen näher betrachten.

Diese Lacke sind alle eine leichtflüssige Lösung von Harzen oder deren Bestandteilen. Die Harze, die bekanntlich der natürliche Wundverschluß und Schutz der Pflanzen sind, stellen auch in diesem Falle einen zweckmäßigen Schutz dar. Das Lösungsmittel muß im Interesse eines raschen Trocknens der Lackschicht immer eine schnell verdunstende Flüssigkeit sein, die entweder selbst desinfizierend wirkt, oder der noch ein anderes Antiseptikum beigegeben wird und die vor allen Dingen die Pulpa bezw. deren Fortsätze nicht schädigt. Manchen Lacken werden außerdem zur Neutralisierung von Säuren noch Alkalien beigegeben; anderen wieder ein die Vernarbung anregendes Mittel, z. B. kolloidales Silber.

Die Lacke sind also alle derart zusammengesetzt, daß sie einen schützenden Verschluß der „Dentinwundfläche" bilden sollen und außerdem desinfizierend, bezw. manche auch vernarbend und Säure neutralisierend wirken. — — —

Ich habe nun mit sechs verschiedenen Lacken Versuche angestellt die Dentinkanälchen zu obturieren. Und zwar benützte ich nur solche Lacke, die schon anderwärts mit Erfolg verwendet worden sind und die auch schon da oder dort einmal erwähnt worden sind.

1. Obturasol nach Dr. M. Kulka, Wien.
2. Tutol nach Prof. Wustrow, Würzburg.
3. Poroclaustra nach Dr. Dorn, Frankfurt.
4. Zaponlack nach Schaper, Dresden.
5. Zahnlack nach folgendem Rezept (von Prof. Dr. Greve mitgeteilt):

Colophon.	15,0
Natr. bic.	4,0
Aceton.	15,0

6. Zahnlack nach folgendem Rezept (von Prof. Dr. Greve mitgeteilt):
   K o p a l wird erwärmt, damit die flüchtigen Teile verfliegen. Der Rest wird in gleichen Teilen C h l o r o f o r m und A l k o h o l gelöst.

Die Zusammensetzung dieser Lacke entspricht im einzelnen den schon erwähnten allgemeinen Richtlinien hiefür:

Soweit die Zusammensetzung nicht durch Patentschutz oder Ähnliches geheim gehalten wird, war es mir möglich über die verwendeten Lacke folgende Details zu erfahren:

1. Obturasol ist eine Lösung von:
   1. Harzextrakten,
   2. Erdalkalisalz,
   3. kolloidalem Silber,
   4. Thymol,
   5. Aethylalkohol.

   Die Harze sind, wie schon erwähnt, der natürliche Wundverschluß, außerdem binden sie kolloidal verteilte Stoffe, wie Kieselsäure, adsorptiv.

   Erdalkalisalze binden und neutralisieren Phosphorsäure und saure Phosphate.

   Kolloidales Silber ist ein Anregungsmittel zur Vernarbung und Bildung von sekundärem Dentin; außerdem wirkt es als Desinfiziens.

   Thymol ist ein stärkeres Antiseptikum als Phenol und Kreosole.

   Aethylalkohol ist das rasch verdunstende Lösungsmittel, das auch desinfizierend wirkt.

2. Tutol: ist ein Doppellack, dessen Zusammensetzung durch D.R.P. 375385 geschützt ist und deshalb nicht bekannt gegeben wird.

3. Poroclaustra: infolge des starken Thymol-Zusatzes ist Poroclaustra unter die reizlosesten und besten Antiseptika der Zahnheilkunde zu zählen. — Die nähere Zusammensetzung ist Fabrikationsgeheimnis.

4. Zaponlack: Dieser Lack besteht aus Celluloid und einem rasch verdunstenden Lösungsmittel. Nach persönlicher Ansicht des Herstellers ist eine Celluloidschicht widerstandsfähiger als eine Harzschicht.

5. Colophonium-Lösung: Colophon. 15,0, Natr. bic. 4,0, Aceton. 15,0.

Colophonium ist ein Harz. Dieses dient als Wundverschluß und zur adsorptiven Bindung kolloidaler Verbindungen, wie Kieselsäure.

Natr. bic.: bindet und neutralisiert Phosphorsäure und und saure Phosphate; außerdem ist es etwas antiseptisch.

Aceton: ist ein rasch verdunstendes, antiseptisches Lösungsmittel.

6. Kopallösung: Kopal ist eine Harzart, die dem Wundverschluß und der Bindung kolloidal gelöster Stoffe dient. Chloroform und Alkohol sind rasch verdunstende desinfizierende und für die Pulpa unschädliche Lösungsmittel.

Nachdem es nun der Hauptzweck dieser Lacke ist, die Pulpa vor den Schädigungen durch Phosphorsäure zu schützen, so ist es Grundvoraussetzung, daß Phosphorsäure diese Lacke auch in keiner Weise angreift, zersetzt oder schädigt.

Um die Widerstandskraft der Lacke gegenüber Phosphorsäure nachzuprüfen, stellte ich nun folgende Versuche an:

Die sechs zu den Versuchen verwendeten Lacke wurden einzeln je auf eine Glasplatte (Objektträger) aufgepinselt und gut getrocknet. Dabei zeigten die einzelnen Lacke folgende Verschiedenheiten:

Am raschesten, innerhalb weniger Sekunden, trocknen: Kopallösung, Obturasol, Tutol; und zwar in der Reihenfolge ihrer Aufzählung.

Mehr Zeit zum Trocknen, einige Minuten, benötigen: Poroclaustra und Zaponlack; am längsten, 5—10 Minuten, braucht zum Trockenwerden die Colophoniumlösung.

Auch im Aussehen der getrockneten Lacke ist ein Unterschied, der am Ausstrich auf dem Objektträgerglas deutlich sichtbar ist.

Die drei schnell trocknenden Lacke: Kopallösung, Obturasol und Tutol erscheinen als milchig trüber Überzug, während die drei langsam trocknenden Poroclaustra, Zaponlack und

Colophoniumlösung eine homogene, gläserne durchsichtige, glatte Lackschicht bilden.

Was die Konsistenz der Lacke anbelangt, so unterscheiden sich Poroclaustra, Zaponlack und namentlich Colophoniumlösung durch eine größere Klebrigkeit von den anderen Lacken.

Nachdem nun die auf die Objektträger aufgepinselten Lacke getrocknet waren, wurde auf jeden Objektträger, in die Mitte des getrockneten Lackes Phosphorsäure (Silikatsäure) gebracht.

Als Phosphorsäure verwendete ich bei allen Versuchen die Flüssigkeit unserer Silikatzemente.

Nachdem die getrockneten Lacke 24 Stunden der Einwirkung der Phosphorsäure ausgesetzt waren, untersuchte ich dieselben mit folgendem befriedigendem Ergebnis:

1. „Obturasol": wird von Phosphorsäure in keiner Weise beeinflußt oder angegriffen.
2. „Tutol": wird von Phosphorsäure in keiner Weise beeinflußt oder angegriffen.
3. „Poroclaustra": wird von Phosphorsäure in keiner Weise beeinflußt oder angegriffen.
4. „Zaponlack": wird von Phosphorsäure in keiner Weise beeinflußt oder angegriffen.
5. „Colophonium-Lösung": wird von Phosphorsäure in keiner Weise beeinflußt oder angegriffen.
6. „Kopal-Lösung": wird von Phosphorsäure in keiner Weise beeinflußt oder angegriffen.

Das zufriedenstellende Ergebnis dieser Versuche zeigt, daß diese Lacke die Grundbedingungen erfüllen, um einen Schutz gegen Phosphorsäure zu bieten, nämlich daß sie selbst von Phosphorsäure nicht angegriffen, zersetzt, gelöst oder geschädigt werden.

Zu den eigentlichen Versuchen an Zähnen mußte ich nun die Lacke, um sie deutlich sichtbar zu machen, färben. In Frage kam nur eine alkohollösliche, in Wasser aber unlösliche Farbe, damit auch wirklich nur die Lacke und nicht auch Gewebsflüs-

sigkeit etc. gefärbt werden. Ich habe zu diesem Zwecke Berliner Blau verwendet.

Um nun bei den Versuchen ganz sicher zu gehen wiederholte ich die oben angegebenen Versuche noch einmal mit den mit Berliner Blau gefärbten Lacken. Es wurden also noch einmal die sechs Lacke einzeln, diesmal gefärbt auf je einen Objektträger gepinselt und getrocknet. Dann wurden auch diese gefärbten Lacke wieder 24 Stunden der Einwirkung von Phosphorsäure ausgesetzt. Das Ergebnis war in gleicher Weise befriedigend:

1. mit Berliner Blau gefärbtes „Obturasol": wird von Phosphorsäure nicht angegriffen.
2. mit Berliner Blau gefärbtes „Tutol": wird von Phosphorsäure nicht angegriffen.
3. mit Berliner Blau gefärbtes „Poroclaustra": wird von Phosphorsäure nicht angegriffen.
4. mit Berliner Blau gefärbter „Zaponlack": wird von Phosphorsäure nicht angegriffen.
5. mit Berliner Blau gefärbte „Colophonium-Lösung": wird von Phosphorsäure nicht angegriffen.
6. mit Berliner Blau gefärbte „Kopal-Lösung": wird von Phosphorsäure nicht angegriffen.

Es sind also auch die bei den Versuchen an den Zähnen verwendeten gefärbten Lacke widerstandsfähig gegen Phosphorsäure.

Um nun die Pulpa wirklich gegen die Einflüsse der Phosphorsäure schützen zu können, müssen diese Lacke außer ihrer Resistenz gegen Phosphorsäure die Fähigkeit besitzen die Lumina der Dentinkanälchen sicher und fest zu verschließen, damit die Säure nicht eindringen kann. Dies versuchte ich nun mit folgenden Voruntersuchungen festzustellen:

Zunächst untersuchte ich

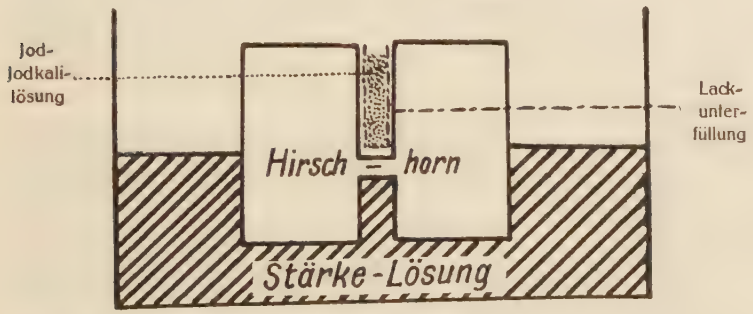
1. ob die Lacke in der Lage sind jede Diffusion und Durchlässigkeit für Flüssigkeiten überhaupt zu verhindern und dann

2. ob die Lacke die in unserem speziellen Falle schädliche Phosphorsäure abhalten können.

Den ersten Versuch führte ich wie folgt durch: Als Versuchsmaterial benützte ich an Stelle von Dentin, das weniger dichte Hirschgeweihhorn. Dieses Hirschgeweihhorn schnitt ich in einzelne Blöckchen. Jedes dieser Blöckchen erhielt sowohl von oben, wie von unten her eine Bohrung von 4 mm Durchmesser und zwar derart, daß sich zwischen den beiden gebohrten Kavitäten eine ca. 0,5 mm dicke Knochenschicht befand. Dann wurde jeweils in die obere Bohrung immer einer der sechs Versuchslacke eingepinselt und gut eingetrocknet; hierauf wurde die Bohrung ein zweites Mal bepinselt und nochmals getrocknet. Die Blöckchen wurden dann in eine kleine Schale mit wässeriger Stärkelösung gestellt, so daß die untere, ungelackte Bohrung von Stärkelösung bespült wurde, während in die obere, gelackte Bohrung Jod-Jodkalilösung gegeben wurde.

Wenn nun durch das gelackte Hirschhorn hindurch eine Diffusion stattfand, so mußte eine deutliche Blaufärbung der Stärkelösung die Diffusion unfehlbar anzeigen. Zur Kontrolle machte ich den gleichen Versuch auch noch mit einem nicht gelackten Blöckchen.

Versuchsanordnung:



Das Ergebnis war folgendes:

Bei mit keiner Lackunterfüllung versehenem Hirschhorn trat nach kürzester Zeit eine deutliche Blaufärbung ein.

Bei mit „Obturasol" als Lackunterfüllung versehenem Hirschhorn trat nach einem Tag keine Blaufärbung ein.

Bei mit „Tutol" als Lackunterfüllung versehenem Hirschhorn trat nach einem Tag keine Blaufärbung ein.

Bei mit „Poroclaustra" als Lackunterfüllung versehenem Hirschhorn trat nach einem Tag keine Blaufärbung ein.

Bei mit „Zaponlack" als Lackunterfüllung versehenem Hirschhorn trat nach einem Tag keine Blaufärbung ein.

Bei mit „Colophoniumlösung" als Lackunterfüllung versehenem Hirschhorn trat nach einem Tag keine Blaufärbung ein.

Bei mit „Kopallösung" als Lackunterfüllung versehenem Hirschhorn trat nach einem Tag keine Blaufärbung ein.

Diese Versuche zeigten also, daß durch die Lacke eine Diffusion verhindert wird.

Beim zweiten Versuch, der zeigen sollte, daß Phosphorsäure durch die Lacke abgehalten wird, ging ich folgendermaßen vor:

Im Löschpapier bezw. im Filtrierpapier, das ich hier verwendete, finden wir zwischen den Papierfasern eine Unzahl Poren, die das Papier durchsetzen. Gebe ich nun auf dieses Papier eine Flüssigkeit, so saugen sich die Poren voll von dieser Flüssigkeit. Wenn ich dann ein zweites Papier unter dieses mit Flüssigkeit angesaugte Papier lege, so nehmen auch die Poren dieses zweiten Papiers Flüssigkeit aus dem ersten Papier auf. Ich nahm bei den Versuchen als zweites darunterliegendes Papier „blaues Lackmuspapier" und erzielte folgende Resultate:

Phosphorsäure auf nicht getränktes, gewöhnliches Filtrierpapier gegeben: färbt darunter liegendes blaues Lackmuspapier rot.

Phosphorsäure auf mit „Obturasol" getränktes und getrocknetes Filtrierpapier gegeben: färbt darunter liegendes blaues Lackmuspapier nicht.

Phosphorsäure auf mit „Tutol" getränktes und getrocknetes Filtrierpapier gegeben: färbt darunter liegendes blaues Lackmuspapier nicht.

Phosphorsäure auf mit „Poroclaustra" getränktes und getrocknetes Filtrierpapier gegeben: färbt darunter liegendes blaues Lackmuspapier nicht.

Phosphorsäure auf mit „Zaponlack" getränktes und getrocknetes Filtrierpapier gegeben: färbt darunter liegendes blaues Lackmuspapier nicht.

Phosphorsäure auf mit „Colophonium"-Lösung getränktes und getrocknetes Filtrierpapier gegeben: färbt darunter liegendes blaues Lackmuspapier nicht.

Phosphorsäure auf mit „Kopal-Lösung" getränktes und getrocknetes Filtrierpapier gegeben: färbt darunter liegendes blaues Lackmuspapier nicht.

Nachdem keine Verfärbung des Lackmuspapiers mehr eintritt, wenn das über dem Lackmuspapier liegende Filtrierpapier mit einem der sechs Versuchslacke bestrichen ist, können wir annehmen, daß die Lacke die Poren in dem Papier verschließen und auf diese Weise die Phosphorsäure wirksam von dem darunterliegenden Lackmuspapier abhalten. Die Lacke setzen also der Phosphorsäure den nötigen Widerstand entgegen.

Da nun die Voruntersuchungen gezeigt haben, daß wir in diesen Lacken ein gutes Mittel besitzen, das sowohl eine Diffusion verhindert, als auch die Phosphorsäure, das heißt also das hauptsächliche schädigende Moment der Silikatzemente, wirksam abhält, ging ich zu den Experimenten an Zähnen über.

Dazu war es notwendig Zähne zu bekommen, die noch möglichst gut erhalten waren und bei denen die Pulpa nach Möglichkeit noch nicht frei lag; da es nur so möglich ist ein klares Bild vom Eindringen der Lacke in die Dentinkanälchen und vom Verschluß der Dentinkanälchen zu erhalten.

Es ist nicht möglich in der Praxis bei den Patienten die Indikation zur Extraktion derart weit zu ziehen, um auf diese Weise die nötigen Zähne für die Versuche zu erhalten. Deshalb ließ ich mir im pathologischen Institut von frisch eingelie-

ferten Leichen jeweils gut erhaltene Zähne geben. Dieselben wurden sofort in Wasser mit geringem Zusatz von Formalin bei Zimmertemperatur gebracht, damit das Zahnbein nicht austrocknete.

Dann wurden in den einzelnen Zähnen unter ständigem Auftropfen von Wasser — damit das Dentin nicht springt — die notwendigen Kavitäten ausgebohrt und präpariert.

Wie oben schon erwähnt, habe ich die Lacke zu den Versuchen mit dem alkohollöslichen, in Wasser aber unlöslichen „Berliner-Blau" gefärbt, damit man später unter dem Mikroskop das Verhalten der Lacke im Zahnbein, ihr Eindringen etc. genau beobachten konnte.

Mit den so blau gefärbten Lacken wurden dann die Kavitäten, immer drei Zähne mit demselben Lack, ausgekleidet. Dies geschah auf folgende Weise:

Mit einem in den Lack getauchten Watteküge1chen wurde die Kavität ausgewischt und so Wände und Boden mit Lack überzogen und getränkt. Dieser Lacküberzug wurde dann durch mehrmaliges leichtes Daraufblasen mit dem Luftbläser getrocknet. Hierauf wurden die Kavitätenwände ein zweites Mal mit einem eingetauchten Watteküge1chen mit Lack überzogen und wieder getrocknet. Danach wurde der Schmelzrand mit einem scharfen Exkavator abgekratzt, bezw. finiert, damit der Randschluß der Füllung nicht durch den Lack ungünstig beeinflußt wird. Anschließend wurde wie gewöhnlich die Silikat-Zementfüllung gelegt.

Die so gefüllten Zähne wurden hierauf wieder einige Tage bei Zimmertemperatur in Wasser mit einem geringen Formalin-Zusatz aufbewahrt, damit das Zahnbein und die Lackunterfüllung einige Zeit der Einwirkung der Silikatfüllungen ausgesetzt wurden. Dann wurde jeder Zahn in der Mitte und durch die Mitte der gelegten Füllung unter ständigem Auftropfen von Wasser, um ein Springen zu verhindern, mit einer Laubsäge durchsägt.

Die von jedem Zahn auf diese Weise entstandenen zwei Schnitte wurden dann unter Wasserzugabe mit Sandpapier

zugeschliffen und dann mit Glasscheiben auf Hochglanz poliert. Auf diese Weise hatte ich polierte Zahnschnitte erhalten, auf denen das Pulpenkavum, das Dentin, die jeweils verwendete, gefärbte Lackunterfüllung und die Silikatfüllung sichtbar ist.

Ich stellte nur die genannten Schnitte und keine Schliffe her, da an den polierten, durchschimmernden Schnitten der Verlauf der Dentinkanälchen genauer zu verfolgen ist, als auf dünnen Schliffen.

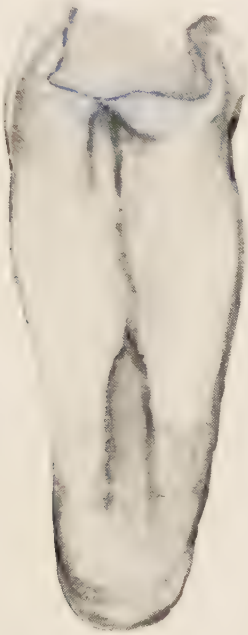
Diese Schnitte unterzog ich nun einer eingehenden Untersuchung unter dem Mikroskop bei auffallendem Licht.

Von den einzelnen Zahnschliffen wurden dann mit Hilfe des Abbe'schen Zeichenspiegels ganz genaue mikroskopische Zeichnungen angefertigt, die ich mit der Beschreibung der einzelnen Präparate folgen lasse:

1. Abbildung: Zahn mit Silikatfüllung;
„OBTURASOL“ (blau gefärbt) als Lackunterfüllung.

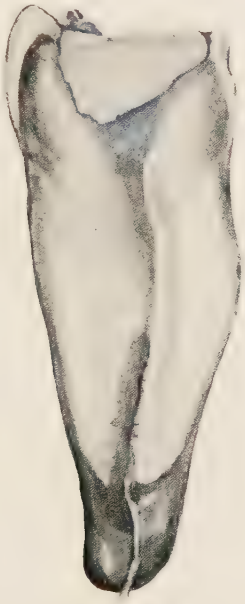
Man sieht, daß Obturasol, die Kavität mit einer ganz dünnen Lackschicht auskleidet und tief in die Dentinkanälchen eindringt. Die Kanälchen werden von dem Lack gut verschlossen und obturiert.

2. Abbildung: Zahn mit Silikatfüllung;
„TUTOL“ (blau gefärbt) als Lackunterfüllung.



Es zeigt sich, daß bei Tutol die Kavitätenwand mit einer etwas dickeren Lackschicht überzogen wird und daß Tutol die Dentinkanälchen ebenfalls gut verschließt und obturiert, aber etwas weniger tief in die Kanälchen eindringt.

3. Abbildung: Zahn mit Silikatfüllung;
„POROCLAUSTRA“ (blau gefärbt) als Lackunterfüllung.



Bei Poroclaustra ist die Kavität wieder von einer dünneren Lackschicht überzogen. Der Lack dringt gut in die Dentinkanälchen ein, obturiert dieselben und verschließt sie fest.

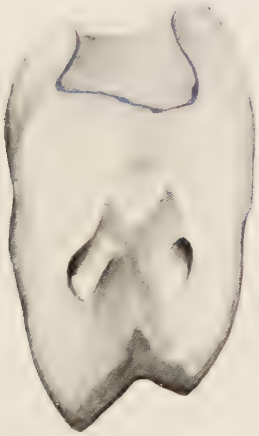
4. Abbildung: Zahn mit Silikatfüllung;
„ZAPONLACK“ (blau gefärbt) als Lackunterfüllung.

Wir finden beim Zaponlack ein schwächeres Eindringen in die Dentinkanälchen und Obturieren derselben. Die Kavitätenwandung und die angeschnittenen Dentinkanälchen sind von einer Lackschicht überzogen.

5. Abbildung: Zahn mit Silikatfüllung;
„KOPALLOSUNG“ (blau gefärbt) als Lackunterfüllung.

Wir sehen, daß Kopallösung die Dentinkanälchen nur wenig obturiert und auch nicht stark in dieselben eindringt. Dieser Lack bildet mehr eine membranartige Auskleidung der Kavität und schließt so die Dentinkanälchen ab.

6. Abbildung: Zahn mit Silikatfüllung;
„COLOPHONIUMLÖSUNG“ (blau gefärbt)
als Lackunterfüllung.



Bei Verwendung der Colophoniumlösung finden wir die ganze Kavität von einer starken Lackschicht überzogen und einen membranartigen Verschluß der angeschnittenen Dentinkanälchen.

Es bilden also alle sechs Versuchslacke einen Schutz gegen Phosphorsäure, indem sie entweder mehr oder weniger tief in die Dentinkanälchen eindringen und dieselben obturieren, oder dadurch, daß sie sich als schützende Membrane über die eröffneten Dentinkanälchen legen.

Dabei erfüllen die einfachen Lacke den gleichen Zweck, wie die verschiedentlich als besonders wertvoll angepriesenen Doppellacke. Das Leitmotiv der Doppellacke ist ja auch nur, daß ein einmaliges Überziehen, bezw. Auspinseln der Kavität mit Lack noch nicht den genügenden Schutz gewährleistet. Deshalb nimmt man einen Doppellack, damit die Kavität zweimal überzogen wird. Das Gleiche erreichen wir aber auch mit den meist billigeren einfachen Lacken, wenn wir, wie ich es bei meinen Versuchen zeigte, die Kavität nach dem erstmaligen Auspinseln mit Lack gut trocknen und dann noch ein zweites Mal mit Lack überziehen.

Um aber die Lacke wirklich erfolgreich als Unterfüllung zu verwenden, muß man beim Gebrauch einige Vorsicht walten lassen:

1. beim Trocknen des Lackes in der Kavität. Man darf nur ganz leicht mit dem Luftbläser über die Kavität hinwegstreichen. Würde man den Luftstrom direkt in die Kavität leiten, so würde der noch flüssige Lack dadurch an die Seitenwände der Kavität gedrängt und der der Pulpa am nächsten liegende Teil, der Boden der Kavität, würde durch die Lackunterfüllung nicht mehr geschützt.
2. muß man vorsichtig sein
   a) beim Abkratzen bezw. finieren des Schmelzrandes nach dem Trocknen des eingepinselten Lackes;
   b) beim Einbringen der Silikatfüllung.

   Der getrocknete Lack ist bekanntlich sehr spröde. Geringe unachtsame Berührungen mit einem Instrument oder dergl. beim Abfinieren des Schmelzrandes oder beim Legen der Füllung können Stückchen der spröden Lackschicht absplittern und so die Kavität wieder stellenweise der schützenden Unterfüllung berauben.

Beachten wir aber die angeführten Vorsichtsmaßnahmen, so haben wir in den Lacken, wie die Versuche zeigten, eine brauchbare Unterfüllung, die die Pulpa vor Schädigungen durch die Säure der Silikatzemente, wirksam zu schützen vermag.

Zusammenfassung:

Die Experimente, die ich bei dem Versuche die Dentinkanälchen zu obturieren ausführte, haben uns gezeigt, daß wir in den Lacken eine Unterfüllung zur Verfügung haben, die einen Schutz der Pulpa gewährleistet.

Die Lacke selbst sind vollkommen unschädlich für die Pulpa und bilden hauptsächlich einen desinfizierenden Verschluß der angeschnittenen Dentinkanälchen. Von Phosphorsäure werden, wie wir gesehen haben, die Lacke selbst in keiner Weise beeinflußt oder angegriffen, obwohl ich bei den Versuchen eine so große Menge von Phosphorsäure (Silikatsäure) konzentriert verwendet habe, wie sie bei der Verwendung von Silikatzementen sicher nie auftritt. Eine Diffusion und Durchlässigkeit für Flüssigkeiten überhaupt wird durch die Lacke, wie ich am Experiment zeigte, verhindert und hintangehalten. Weiter haben die Versuche gezeigt, daß die Lacke auch jede Diffusion von Phosphorsäure unterbinden und der Phosphorsäure durch die Lacke der nötige Widerstand entgegengesetzt wird.

Ich habe eingangs gesagt, der ideale Pulpenschutz ist in einer lackartigen Unterfüllung zu suchen, die möglichst weit in die Dentinkanälchen eindringt und dieselben obturiert. Diese Idealforderung erfüllen von den sechs Versuchslacken, wie wir gesehen haben, am meisten: Obturasol ,Poroclaustra und Tutol. Diese Lacke dringen tief und gut in die Dentinkanälchen ein und obturieren dieselben. Kopallösung und Zaponlack zeigen dagegen ein geringeres Eindringen in die Kanälchen; sie verschließen die Lumina der angeschnittenen Dentinkanälchen mehr membranartig. Am wenigsten wird die Colophoniumlösung dem Verlangen nach einem tiefen Eindringen in die Dentinkanälchen

gerecht, da bei Verwendung dieses Lackes die Kavität im großen und ganzen nur von einer Lackmembrane überzogen wird. —

Auf Grund dieser Ergebnisse meiner Versuche und Untersuchungen können wir sagen, daß wir Lacke als Unterfüllung zur Verfügung haben, die gut in die Dentinkanälchen eindringen und dieselben obturieren. Diese Lacke sind selbst vollkommen unschädlich für die Pulpa und bilden bei sachgemäßer Anwendung einen zuverlässigen Schutz gegen die schädlichen Einflüsse der ungebundenen Säure bei Silikatzementfüllungen.

Literaturverzeichnis.

Dr. Eichentopf:

Pulpaschutz und Wurzelfüllung (Pulpatect). D. z. W. 1911, Nr. 40, Seite 813.

Hofzahnarzt Escher:

Pulpaschutz und Unterfüllungen. D. z. W. 1908, Seite 738.

Prof. Dr. Euler:

Lehrbuch der Zahnheilkunde. Seite 88, Histogenese des Dentin; Seite 412, Absterben der Pulpa unter Silikat- und Phosphatzementfüllungen.

Dr. Erich Feiler:

Der Schutz der Pulpa unter Silikatzementfüllungen. D. M. f. Z. 1910, Seite 437.

Franz Grote:

Obturasol, ein geeigneter Pulpenschutz unter Zementfüllungen. Zahntechnische Reform 1926, Nr. 28.

Dr. Max Kulka, Wien:

Pulpenschutz unter Silikat- und anderen Zementfüllungen. Zeitschrift für Stomatologie 1925, Heft 5, Seite 445.

Dr. W. Meyer:

Die feinere Histologie der Dentinkanälchen. D. M. f. Z. 1926. Heft 18.

Dr. Paschke:

Zur Frage der Silikatzementunterfüllungen. Zahnärztliche Rundschau 1925, Nr. 50.

Dr. Paschke:

Wird die schädliche Wirkung von sauren phosphorsauren Salzen auf die Pulpa durch Unterfüllungen verhindert. Zahnärztliche Rundschau, 1926, Nr. 40.

Dr. Preiswerk:

Konservierende Zahnheilkunde, Seite 223, Pulpenschädigung unter Silikatfüllungen.

Rauber-Kopsch:
Anatomie des Menschen, Abt. 4. Seite 31, Das Zahnbein (Dentin).

John Sayre Marshall:
Operative Dentistry, III. Aufl. Philadelphia und London 1909, Seite 356

Dr. Scheuer:
Kleine Winke für die Praxis. Oe. Z. f. St. 1907, Nr. 8.

Dr. Scheuer:
Schutz der Pulpa bei Silikatfüllungen. Oe. Z. f. St. 1907, p. 212.

Dr. Schneider:
Über Neuerungen in der Zahnheilkunde (Poroclaustra). D. Z. W. 1912, Seite 3.

Stöhr:
Histologie, S. 279, Das Zahnbein (Dentin).

Prof. Dr. Walkhoff:
Lehrbuch der konservierenden Zahnheilkunde, Seite 199/200 und Seite 205.

Dr. Max Wehlau:
Praktische Winke für den Zahnarzt, Seite 130, Schutz der Pulpa bei Silikatzementfüllungen.

Prof. Dr. Wustrow:
Über den Schutz der Pulpa unter Silikatzementfüllungen. Zahnärztl. Rundschau 1921, Nr. 28.

Lebenslauf.

Ich, Martin, Johann, Friedrich STROBEL, wurde am 12. Mai 1900 in Amberg als Sohn des Professors Martin Strobel und dessen Ehefrau Maria, geb. Hörmann, geboren.

Ich besitze die bayerische Staatsangehörigkeit und bin kath. Konfession.

In Amberg besuchte ich die Volksschule und das humanistische Gymnasium. An genanntem Gymnasium erhielt ich 1919 das Reifezeugnis.

1917 wurde ich Soldat und widmete mich der Offizierslaufbahn. Ich stand mit dem 9. bayer. Infant.-Regt. im Felde und wurde einmal verwundet.

Nach meinem Abschied vom Militär ging ich im Wintersemester 1919/20 nach München und oblag vier Semester dem Studium der Zahnheilkunde.

Im Herbst 1921 ging ich wieder zum Militär zurück und gehörte dem 20. bayer. Reichsw.-Infant.-Regt. an.

Nach meinem Ausscheiden aus der Reichswehr war ich ab Wintersemester 1925/26 fünf Semester in Erlangen um mein Zahnheilkundestudium zu Ende zu führen.

Im Herbst 1926 legte ich in Erlangen meine Vorprüfung ab und erhielt dann am 18. Mai 1928 in Erlangen nach bestandenem Staatsexamen meine Approbation als Zahnarzt.

Seit Anfang 1929 habe ich in Regensburg, Pfauengasse 2, meine eigene Praxis.

Zum Schlusse sei mir noch gestattet, Herrn Professor Dr. Greve, für die Überlassung dieser Arbeit, sowie für die Ratschläge, die er mir während der Ausführung gab, meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Den gleichen Dank sage ich dem Herrn Dekan, Herrn Professor Dr. Spuler, für die entgegenkommende Unterstützung bei der Herstellung der Zahnschliffe.